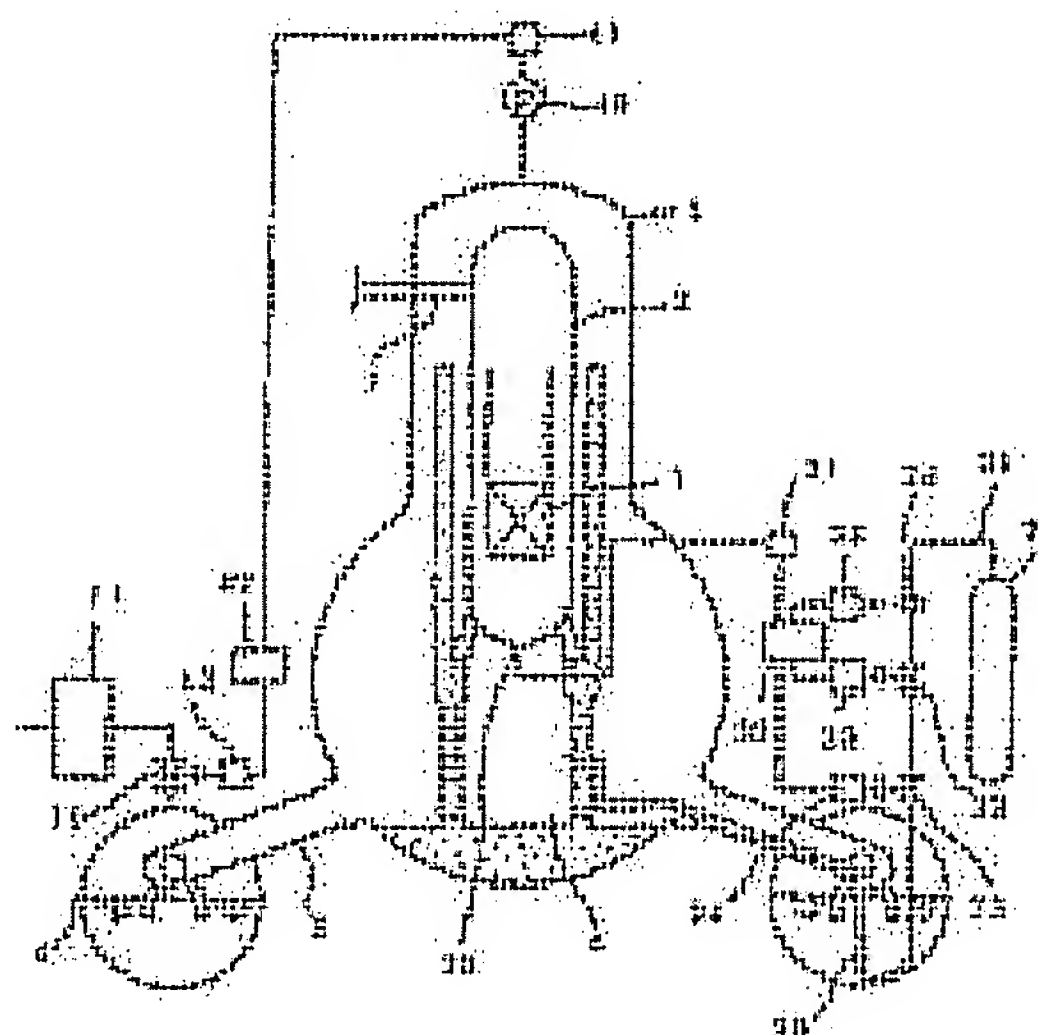


EMERGENCY COOLING SYSTEM FOR CONTAINMENT VESSEL**Publication number:** JP4286994 (A)**Publication date:** 1992-10-12**Inventor(s):** SUZUKI HIROAKI; MATSUMOTO TOMOYUKI**Applicant(s):** HITACHI LTD**Classification:****- international:** G21C9/004; G21C9/004; (IPC1-7): G21C9/004**- European:****Application number:** JP19910051073 19910315**Priority number(s):** JP19910051073 19910315**Abstract of JP 4286994 (A)**

PURPOSE:To utilize effectively the water of a pressure suppression chamber to the cooling of a containment vessel by using a static measure and cool the containment vessel, at the time of an imaginary accident. **CONSTITUTION:**The lower part of a pressure suppression chamber 4 and a containment vessel 3 are connected with piping 20, and the lower end of the piping 20 and a pressurized inert gas tank 21 are connected with the piping 25. The temperature of the lower part of a pressure vessel 2 is measured with a thermometer 30, and when this value is over a set value, valves 22 and 23 are opened by a signal from a controller 32. When the pressure of the containment vessel 3 is over a set value, a valve 10 is opened by a signal from a controller 42, and the gas within the pressure suppression 4 is led to a filter vent system 11.



Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成4年(1992)10月12日

A

【特許請求の範囲】

【請求項1】内部に炉心をもつ圧力容器と、前記圧力容器を包含する格納容器と、前記格納容器に放出された蒸気を導いて凝縮する圧力抑制室と、前記格納容器の圧力が所定の値を超えたときに前記圧力抑制室の上部の気相を取り込み含有する放射性物質を除去するフィルタベントシステムとからなる非常時格納容器冷却設備において、前記圧力抑制室の水プールの下部と前記格納容器内とを配管で接続し、前記配管の下端と前記格納容器の外部に設置した加圧された不燃性ガスタンクとを弁を介して配管で接続し、前記圧力容器の下端の温度が所定の値を超えたときに前記弁を開放することを特徴とする非常時格納容器冷却設備。

【請求項2】請求項1において、前記不燃性ガスタンクからの流出流量を設定値に制御する手段を設けた非常時格納容器冷却設備。

【請求項3】請求項1において、前記圧力抑制室の前記水プールの下部と配管で接続した前記格納容器内の位置は前記圧力容器の下方のペDESTAL部である非常時格納容器冷却設備。

【請求項4】内部に炉心をもつ圧力容器と、前記圧力容器を包含する格納容器と、前記格納容器に放出された蒸気を導いて凝縮する圧力抑制室と、前記格納容器の圧力が所定の値を超えたときに前記圧力抑制室の上部の気相を取り込み含有される放射性物質を除去するフィルタベントシステムとから成る非常時格納容器冷却設備において、前記格納容器と上部が連通した中間容器を設け、前記圧力抑制室の水プールの下部と中間容器内の上部とを配管で接続し、さらに前記中間容器内の下部と前記格納容器内とを配管で接続し、前記圧力容器の下端の温度が所定の値を超えたときに各配管の下部に一定流量の不燃性ガスを注入することを特徴とする非常時格納容器冷却設備。

【請求項5】請求項4において、前記圧力抑制室の前記水プールの下部と前記中間容器内の上部とを接続した配管の上部に、重力方向の流れを妨げるじゃま板を設置した非常時格納容器冷却設備。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は圧力抑制室をもつ原子炉格納容器の非常時における冷却設備に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の装置は、アイ・エイ・イー・エイ、シンボジュウム、SM-296-I1(1988年)(IAEA-SM-296-I1(1988))に記載されているように、格納容器の圧力が所定の値を超えたときにフィルタベントシステムにより圧力抑制室上部の気相を取り込み含有される放射性物質を除去し外部水源からポンプ等により冷却水を格納容器に導いて格納容器を冷却するようになっているものがある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術には圧力抑制室の水を有効に活用する点が考慮されておらず、外部水源及びポンプが必要であり、また、圧力抑制室が満水になるまでしか注水できないという問題があった。

【0004】本発明の目的は圧力抑制室の水を格納容器の冷却に有効に活用して外部水源及びポンプを不要とし、かつ、格納容器の冷却を可能とすることにある。

【0005】本発明の他の目的は、圧力抑制室の水面と格納容器内ペDESTAL床とのレベル差が大きい場合にも、効率良く圧力抑制室の水を格納容器の冷却に有効に活用して外部水源及びポンプを不要とすることにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は圧力抑制室の水プールの下部と格納容器内とを配管で接続し、この配管の下端と格納容器の外部に設置した加圧された不燃性ガスタンクとを弁を介して配管で接続し、圧力容器下端の温度が所定の値を超えたときにこの弁を開放するようにした。

【0007】上記他の目的を達成するために、本発明は格納容器と上部が連通した中間容器を設け、圧力抑制室の水プールの下部と中間容器内の上部とを配管で接続し、さらに中間容器内の下部と格納容器内とを配管で接続し、圧力容器下端の温度が所定の値を超えたときに各配管の下部に一定流量の不燃性ガスを注入するとともに、圧力抑制室の水プールの下部と中間容器内の上部とを接続した配管の上部に重力方向の流れを妨げるじゃま板を設置した。

【0008】

【作用】上記第一の手段において、圧力容器下端の温度が所定の値を超えたときに加圧された不燃性ガスタンクの弁を開放すると、不燃性ガスが圧力抑制室の水プールの下部と格納容器内とを接続する配管の下端に流入してくる。この配管の内側は気相と液相が混合した二相流状態となり平均密度が減少するため、配管内外のレベル差により二相水位が上昇し、最終的には気液二相混合物が格納容器内に放出される。このように本発明ではポンプ等を用いない静的な手段により圧力抑制室の水を有効に格納容器冷却に活用することができ、また、圧力抑制室の水を循環して利用するため圧力抑制室が満水になることがなく格納容器の冷却が可能である。

【0009】上記第二の手段において、圧力容器下端の温度が所定の値を超えたときに各配管の下部に一定流量の不燃性ガスを注入すると、各配管の内側は気相と液相が混合した二相流状態となり、平均密度が減少するため、配管内外のレベル差により二相水位が上昇し、気液二相混合物が圧力抑制室から格納容器と上部が連通した中間容器に流入し、さらに、中間容器から格納容器に放出される。このように中間容器を設置することにより、

50 圧力抑制室の水面と格納容器内ペDESTAL床とのレベル

差が大きい場合にも圧力抑制室の水を格納容器の冷却に有効に活用することができ、外部水源及びポンプが不要となる。このとき、圧力抑制室の水プールの下部と中間容器内の上部とを接続した配管の上部に重力方向の流れを妨げるじゃま板が設置されているため、配管から流出する気液二相混合物が効果的に分離され、中間容器内の下部と格納容器内とを接続した配管内外のレベル差が大きくなり、中間容器内から格納容器内へ流出する水の流量が大きくとれるので効率が向上する。

【0010】

【実施例】本発明の一実施例を図1により説明する。図1は本発明の一実施例の沸騰水型原子炉の断面図であり、炉心1は圧力容器2で囲われ、圧力容器2は格納容器3の内部に包含されている。圧力抑制室4はベント管5により格納容器3と接続されており、圧力抑制室4の上部空間は弁10を介してフィルタベントシステム11と接続されている。本発明の特徴は、圧力抑制室4の水プールの下部と格納容器3内で圧力容器2下方のペDESTAL部6とを接続する配管20をベント管5内部を通して設置し、配管20の下端と格納容器3の外部に設置した加圧された不燃性ガスタンク21とを弁22、弁23及び流量計24を介して配管25で接続している点にある。

【0011】このような原子炉では、例えば、主蒸気管7が破断し、かつ、炉心1の冷却にも失敗するという確率的にはきわめて低い事象が仮に発生したと想定すると、炉心1は崩壊熱により温度が上昇して溶融し、圧力容器2の下端にたまる。ここでも、炉心1を冷却できなかったと仮定すると、溶融した炉心1は圧力容器2の下端からペDESTAL部6に落下する。圧力容器2の下端には熱電対30が設置されており、熱電対30の電気出力は変換器31により温度に変換され制御器32に送られている。圧力容器2の下端が溶融し、熱電対30により測定された温度が、ある設定値、例えば、圧力容器2の構成材料の融点より大きくなると、制御器32から弁開閉制御器33、34に弁を開放する信号が送られ、弁22、23が開放される。不燃性ガスタンク21には、不燃性のガス、例えば窒素が格納容器3の耐圧以上の圧力で充填されており、圧力差により不燃性ガスが配管20の下部に流入してくる。このため、配管20の内側は気相と液相とが混合した二相流状態になり平均密度が減少するため、配管20の内外のレベル差により二相水位が上昇し、最終的には気液二相混合物が格納容器3内に放出される。気相流量と液相流量との関係を図2に、気相吹き込み位置の詳細断面図を図3に示す。気相流量が図2のa点より小さいときには二相水位が配管20の上端まで達せず、液相流量は零である。気相流量がa点より大きくなると二相水位が配管20の上端に達し、圧力抑制室4の水が格納容器3に流出するが、このときの液相流量は気相流量の増加にともなって増大する。例えば、

配管20の内径を0.2mとした場合には、0.011kg/sの気相流量で10kg/sの液相流量を確保できるが、この流量は炉心1の崩壊熱を除去するのに十分な量である。本実施例では不燃性ガスの流量をオリフィス式の流量計24で測定し、その値は変換器35で差圧から計算され制御器32に送られる。制御器32では流量計24で測定された流量が設定値、例えば0.011kg/s、より大きいときには弁22の開度を減少させる信号を弁開閉器33に送り、流量計24で測定された流量が設定値より小さいときには、弁22の開度を増加させる信号を弁開閉器33に送る。これにより、不燃性ガスタンク21からの流出流量が設定値に制御され、圧力抑制室4から格納容器3への液相流量も図2から求まる一定値に制御される。なお、図3に示されているように、配管25は圧力抑制室4の水面より上部から挿入されており、通常運転時に配管25にリークが発生したとしても、圧力抑制室4の内部の水が流出することはない。このように、圧力抑制室4の水が、圧力容器2の下方のペDESTAL部6に放出されることにより、ペDESTAL部6に落下した炉心1は冷却され、このとき発生する蒸気はベント管5を通して圧力抑制室4に流入して凝縮される。また、炉心1とペDESTAL部6の床材であるコンクリートとが反応して発生する可燃性のガスは、配管20を通して冷却水とともに流入する不燃性ガスによって置換され、蒸気に同伴されて圧力抑制室4に流入する。このため、格納容器3の内部は不活性のままに維持される。このような非常時には、圧力抑制室4の冷却水は崩壊熱除去系（図示せず）により冷却される設計となっているが、この崩壊熱除去系も作動しないというきわめて確率的に小さい事象が仮に発生したとすると、格納容器3の内部圧力は徐々に増加する。格納容器3の圧力は圧力計40により測定され、変換器41で圧力の信号に変換されて制御器42に送られている。制御器42では、格納容器3の圧力が設定値、例えば、格納容器耐圧の50%より増加すると弁10を開放する信号を弁開閉器43に送る。弁10が開放されると、圧力抑制室4の上部空間に蓄積されている蒸気、不燃性ガス、可燃性ガス、及び炉心1から放出された放射性物質の一部が、フィルタベントシステム11に流入する。これらの気相の流出により、格納容器3の圧力は耐圧より十分低く維持される。フィルタベントシステム11では、内部に設置した水プールで蒸気を凝縮するとともに、フィルタで可燃性ガス及び放射性物質を除去する。本実施例では、圧力抑制室4の冷却水を循環して利用することが可能であり、格納容器3の冷却を半永久的に継続することができる。なお、崩壊熱による蒸発で減少する冷却水の分については、十分に時間的な余裕があるため、既存の配管を利用して消防車等により供給することができる。

【0012】本実施例によれば、静的な手段により圧力抑制室の水を格納容器冷却に有効に活用できるため外部

水源及びポンプが不要となり、かつ、格納容器の冷却が可能となる効果がある。また、不燃性ガスの流出流量を制御できるため一定の不燃性ガス量で長時間注水できる効果がある。更に、溶融した炉心を効果的に冷却して格納容器内の圧力を耐圧より十分低くおさえ、格納容器内を不活性状態に維持することができる。

【0013】本発明の他の実施例を図4に示す。この実施例は、本発明を圧力抑制室4の水面と格納容器3内のペDESTAL部6の床面とのレベル差が大きいMARK2型格納容器に適用したものである。図1で示した実施例との相違点は、格納容器3内部と配管51で上部が連通した中間容器60を設け、圧力抑制室4の水プールの下部と中間容器60の上部とを配管20で接続し、さらに中間容器60内の下部と格納容器3内とを配管50で接続し、圧力容器2下端の温度が所定の値を超えたときに、配管20及び配管50の下部に不燃性ガスタンク21から一定流量の不燃性ガスを注入するとともに、配管20の上部に重力方向の流れを妨げるじゃま板61を設置した点である。なお、中間容器60の内部にはあらかじめ配管20の上端まで水を保有させておくことが望ましい。

【0014】このような原子炉では、例えば、主蒸気管7が破断し、かつ、炉心1の冷却にも失敗するという確率的にはきわめて低い事象が仮に発生したと想定すると、炉心1は崩壊熱により温度が上昇して溶融し、圧力容器2の下端にたまる。ここでも、炉心1を冷却できなかったと仮定すると、溶融した炉心1は圧力容器2の下端からペDESTAL部6に落下する。圧力容器2の下端には熱電対30が設置されており、熱電対30の電気出力は変換器31により温度に変換され制御器32に送られている。圧力容器2の下端が溶融し、熱電対30により測定された温度が、ある設定値、例えば、圧力容器2の構成材料の融点、より大きくなると、制御器32から弁開閉制御器33、34、56、及び57に弁を開放する信号が送られ、弁22、23、53、及び54が開放される。不燃性ガスタンク21には、不燃性のガス、例えば、窒素が格納容器3の耐圧以上の圧力で充填されており、圧力差により不燃性ガスが配管20及び50の下部に流入してくる。このため、配管20及び50の内側は気相と液相とが混合した二相流状態になり平均密度が減少するため、配管20及び50内外のレベル差により二相水位が上昇し、最終的には気液二相混合物が中間容器60を経由して格納容器3内に放出される。本実施例では不燃性ガスの流量をオリフィス式の流量計24及び55で測定し、その値は変換器35及び58で差圧から計算され制御器32に送られる。制御器32では流量計24で測定された流量が設定値、例えば、 0.011 kg/s 、より大きいときには弁22の開度を減少させる信号を弁開閉器33に送り、流量計24で測定された流量が設定値より小さいときには、弁22の開度を増加させ

る信号を弁開閉器33に送る。さらに、流量計55で測定された流量が設定値、例えば 0.011 kg/s 、より大きいときには弁54の開度を減少させる信号を弁開閉器57に送り、流量計55で測定された流量が設定値より小さいときには、弁54の開度を増加させる信号を弁開閉器57に送る。これにより、配管25及び配管52を通して流出する不燃性ガスの流量が設定値に制御され、圧力抑制室4から格納容器3への液相流量も一定値に制御される。なお、図5に示されているように、配管20の上部に重力方向の流れを妨げるじゃま板61が設置されているため、配管20から流出する気液二相混合物が効果的に分離され、配管50内外のレベル差が大きくなり、中間容器60から格納容器3内に流出する水流量が増大している。このように、圧力抑制室4の水が、圧力容器2の下方のペDESTAL部6に放出されることにより、ペDESTAL部6に落下した炉心1は冷却され、このとき発生する蒸気はベント管5を通して圧力抑制室4に流入して凝縮される。また、炉心1とペDESTAL部6の床材であるコンクリートとが反応して発生する可燃性のガスは、配管20及び50を通して冷却水とともに流入する不燃性ガスによって置換され、蒸気に同伴されて圧力抑制室4に流入する。このため、格納容器3の内部は不活性のままに維持される。このような非常時には、圧力抑制室4の冷却水は崩壊熱除去系（図示せず）により冷却される設計となっているが、この崩壊熱除去系も作動しないというきわめて確率的に小さい事象が仮に発生したとすると、格納容器3の内部圧力は徐々に増加する。格納容器3の圧力は圧力計40により測定され、変換器41で圧力の信号に変換されて制御器42に送られている。制御器42では、格納容器3の圧力が設定値、例えば、格納容器耐圧の50%、より増加すると弁10を開放する信号を弁開閉器43に送る。弁10が開放されると、圧力抑制室4の上部空間に蓄積されている蒸気、不燃性ガス、可燃性ガス、及び炉心1から放出された放射性物質の一部が、フィルタベントシステム11に流入する。これらの気相の流出により、格納容器3の圧力は耐圧より十分低く維持される。フィルタベントシステム11では、内部に設置した水プールで蒸気を凝縮し、フィルタで可燃性ガス及び放射性物質を除去する。本実施例では、圧力抑制室4の冷却水を循環して利用することができる。なお、本実施例のような中間容器を更に設置すれば、圧力抑制室4の水を圧力容器2に注水できる。

【0015】本実施例によれば、圧力抑制室の水面と格納容器内ペDESTAL床とのレベル差が大きい場合にも、圧力抑制室の水を格納容器冷却に有効に活用できるため外部水源及びポンプが不要となり、かつ、格納容器の冷却が可能となる。更に、中間容器の下部と格納容器とを接続した配管内外のレベル差が大きくなり、一定ガス流

量で多量の水を注入することができる。

【0016】

【発明の効果】本発明は、以上説明したように構成されているので以下に記載されたような効果を奏する。

【0017】圧力抑制室の水を格納容器冷却に有効に活用できるため、外部水源及びポンプが不要となる。また、圧力抑制室の水を循環して利用できるため、格納容器の冷却が可能となる。

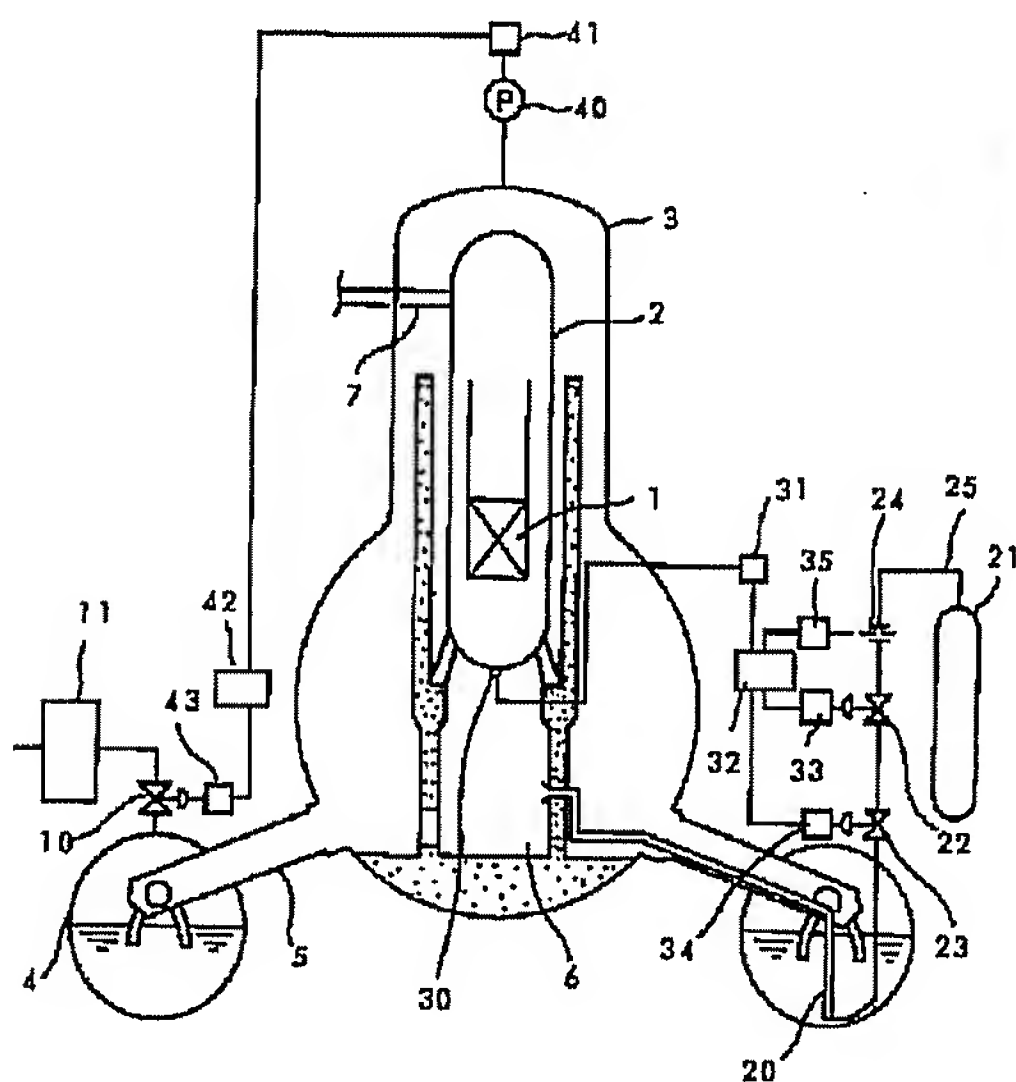
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の沸騰水型原子炉の断面図。

【図2】気相流量と液相流量との関係を示す特性図。

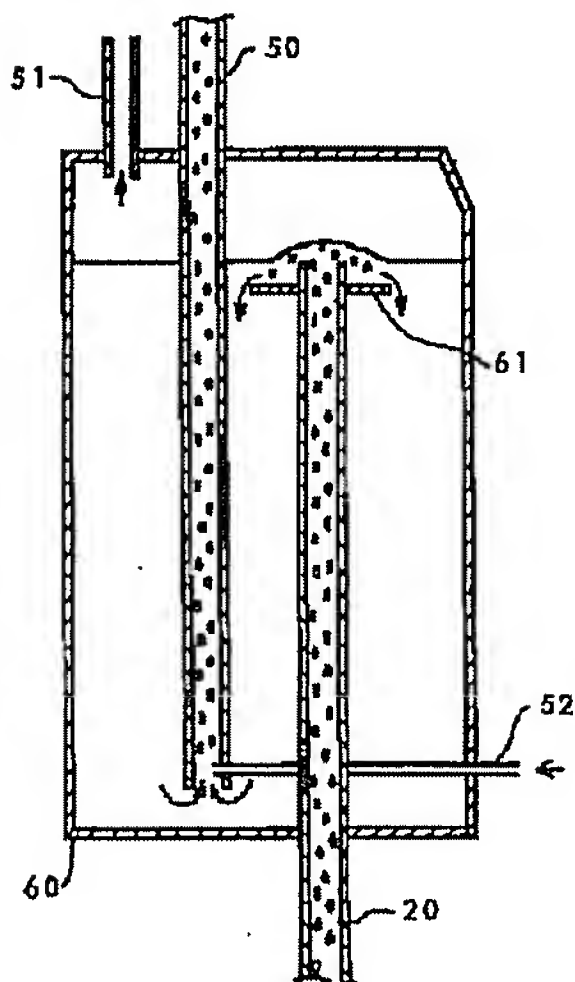
【図1】

図 1



【図5】

図 5



【図3】気相吹き込み位置の詳細断面図。

【図4】本発明の他の実施例の沸騰水型原子炉の断面図。

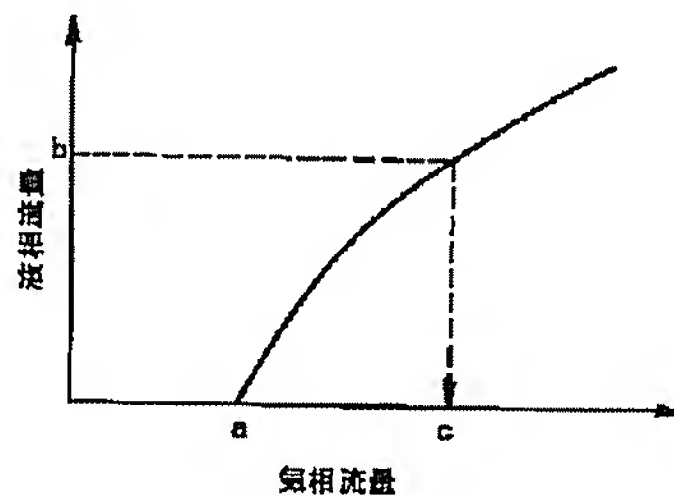
【図5】中間容器の断面図。

【符号の説明】

2…圧力容器、3…格納容器、4…圧力抑制室、5…ベント管、11…フィルタベントシステム、20…配管、21…不燃性ガスタンク、22, 23…弁、24…流量計、25…配管、30…温度計、32…制御器、42…制御器。

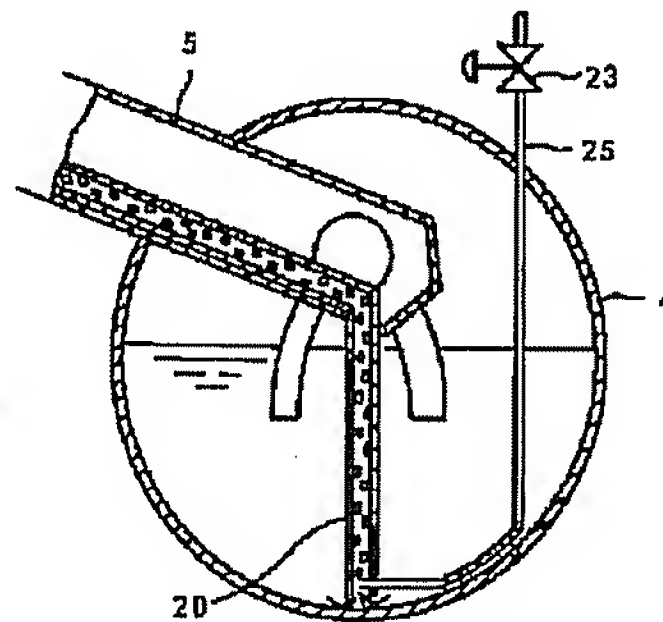
【図2】

図 2



【図3】

図 3



【図4】

図 4

